



REC'D 18 FEB 2005

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Aktenzeichen: 10 2004 015 072.9

Anmeldetag: 25. März 2004

Anmelder/Inhaber: Röhm GmbH & Co KG, 64293 Darmstadt/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Herstellung von Kunststoffstäben

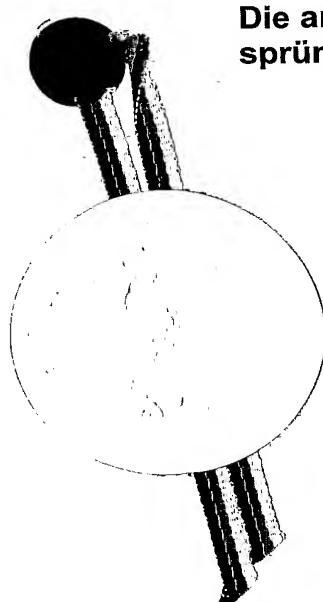
IPC: B 29 C 47/90

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 22. September 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag

Wallner



Verfahren zur Herstellung von Kunststoffstäben

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Extrusion von Rundstäben aus transparenten Kunststoffen wie beispielsweise Polymethylmethacrylat (PMMA), Polycarbonat (PC) oder (PET) Polyethylen.

Runde Stäbe aus Plexiglas® sind bekannt und werden von der Röhm GmbH & Co. KG vermarktet.

Je nach Anforderung kann die Herstellung dieser Stäbe als aufwendig gelten. Zuerst wird nach bekannten Methoden eine ebene Platte aus PMMA hergestellt, die in Vierkantstäbe zerteilt wird. Die Vierkantstäbe werden anschließend mechanisch bearbeitet (überdreht und poliert). Dieses Verfahren ist arbeitsaufwendig und somit wirtschaftlich nicht sehr interessant, zumal auch mit entsprechendem Abfall verbunden. Ein relativ hohes Preisniveau für Rundstäbe dieser Art ist gegeben. Ein weiteres Verfahren ist das Gießen von Stäben, jedoch ebenfalls aufwendig und wirtschaftlich eher untergeordnet.

Rundstäbe mit kleineren Durchmessern kann man in guter Qualität durch Extrusion einer PMMA-Formmasse, wie beispielsweise Plexiglas® 7H erhalten.

Dieses Verfahren gestaltet sich jedoch bei Stäben ab ca. D=25 mm verfahrensbedingt schwierig, da infolge einer hohen Wärmeenergie, die von dem extrudierten Stab durch Kühlung abzuführen ist, eine ausreichende Formstabilität erst nach einiger Zeit erzielt werden kann, was sich nachteilig dahingehend auswirkt, dass es zu Durchbiegungen kommen kann. Diesem Effekt kann dahingehend entgegen gewirkt werden, indem geeignete Kühlstrecken, z.B. Kühlluft, aufgebracht wird, in Verbindung mit Stützrollen.

Beide Maßnahmen wirken sich jedoch ebenfalls als nachteilig aus, da der Stab infolge seines Eigengewichts in sich zusammensinkt, was deutlich spürbare Durchmesserdifferenzen zur Folge hat - der Stab ist unrund. Darüber hinaus kann die Oberflächentransparenz negativ beeinflusst werden, die Staboberfläche erscheint trüb.

Ein Herabsetzen der Extrusionsgeschwindigkeit um für den Stab verbesserte Abkühlbedingungen zu schaffen, verringert die Fertigungskosten auf wirtschaftlich nicht mehr tragbare Werte.

EP 1 291 160 (Fiberstars) beschreibt die kontinuierliche Coextrusion von polymeren optischen Fasern, indem zuerst eine dünne Beschichtung extrudiert und dann den Kern der polymeren optischen Faser aus einem vernetzbaren Polymer extrudiert. Die dünne Beschichtung aus einem fluorhaltigen Polymer.

Bei herkömmlichen Extrusions-Verfahren kommt es zu Verformungen der Stäbe durch das Eigengewicht, sobald Stäbe mit größeren Durchmessern hergestellt werden.

Aufgabe war es daher, ein Verfahren zur Herstellung von Rundstäben mit größeren Durchmessern zur Verfügung zu stellen.

Die Aufgabe wurde gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung von Stäben aus transparenten Kunststoffen durch Extrusion einer Kunststoffformmasse, dadurch gekennzeichnet, dass man eine extrudierte Kunststoffformmasse auftrennt und aus der Kunststoffformmasse 1 ein Kunststoffrohr extrudiert und nach Eintritt in einen Vakuumtankkalibrator nach ca.20 cm das frisch extrudierte Rohr parallel mit der zuvor abgetrennten geschmolzenen Kunststoffformmasse 2 füllt und den neu gebildeten Kunststoffformkörper wie bei der üblichen Rohrextrusion weiter verarbeitet. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass das Kunststoffrohr, hergestellt mit der Kunststoffformmasse 1, mittels Stützluft und Unterdruck während der Kalibrierung, die Aufnahme der Kunststoffformmasse 2 ermöglicht.

Überraschend wurde gefunden, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren Rundstäbe mit großen Durchmessern in einer hervorragenden optischen Qualität und besonders gleichmäßigen Querschnitt hergestellt werden können. Aufwendige Nachbearbeitungsschritte sind nicht erforderlich. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können Rundstäbe mit Durchmessern beliebiger Größe hergestellt werden. Bevorzugt werden Rundstäbe mit Durchmessern bis zu 200 mm, besonders

bevorzugt bis zu 80 mm, hergestellt. In Abhängigkeit von der Kapazität des Extruders sind jedoch alle Durchmesser-Größen denkbar.

Teil der Erfindung sind somit auch die Rundstäbe, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt werden können.

Mit herkömmlichen Verfahren hergestellte Rundstäbe größerer Durchmessers weisen zumeist eine matte Oberfläche auf. Es wurde gefunden, dass die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Rundstäbe besonders gute optische Eigenschaften aufweisen. Überraschend wurde gefunden, dass die erfindungsgemäßen Rundstäbe hochtransparent sind. Durch das erfindungsgemäße Verfahren werden streifenfreie Rundstäbe hergestellt, die gegenüber den herkömmlich angefertigten Rundstäben einen größerer Lichttransmissionsgrad aufweisen. Der erfindungsgemäß hergestellte Rundstab transportiert sichtbares Licht besser als herkömmlich erzeugte Rundstäbe. Überraschend wurde gefunden, dass die erfindungsgemäßen Rundstäbe besonders gleichmäßige Querschnitte aufweisen. Die Messung der Rundheit der erfindungsgemäßen Rundstäbe zeigt hervorragende Werte. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können Rundstäbe aus verschiedensten Kunststoffen hergestellt werden. Bevorzugt werden Polymethylmethacrylat, Polycarbonat oder Polyethylen, besonders bevorzugt wird Polymethylmethacrylat verwendet.

Überraschend wurde gefunden, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren Kunststoffstäbe aus nicht eingefärbtem Polymethylmethacrylat mit einem Transmissionsgrad von über τ_{D65} 85% hergestellt werden können.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Herstellung der erfindungsgemäßen Rundstäbe.

Die Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass ein extrudierter Rundstab kleineren Durchmessers in einem innenliegenden Extrusionswerkzeug parallel mit einem extrudierten Rohr größerem Durchmessers in einem Extrusionswerkzeug berührungslos nach dem Verlassen des Extruders in einen Kalibrator eingeführt werden und dort nach ca. 20 cm miteinander verschmelzen, wobei das extrudierte

Rohr bevorzugt vor der Verschmelzung mit dem Rundstab eine formstabilisierende Abkühlung erfährt. Das Durchmesserverhältnis des Kunststoffstabes, hergestellt aus der Kunststoffmasse 2, zum Kunststoffrohr, hergestellt aus der Kunststoffmasse 1, ist beliebig. Bevorzugt wird ein Verhältnis Stab zu Rohr von 1:2. Das Verhältnis Stab zu Rohr liegt idealerweise zwischen 6: 20 bis 45:50, ganz besonders bevorzugt bei 9:20, 20:40 oder 22:50.

Das Verhältnis der Länge des Weges der Kunststoffmasse 1 (des Kunststoffrohres) bis zur Auffüllung mit der Kunststoffmasse 2 (des Stabes) zum Durchmesser des Kunststoffrohres ist variabel und steht im Abhängigkeit zu Durchsatz und Oberflächenqualität.

Zur Bereitstellung der Kunststoffschmelze werden Extruder verwendet, die je nach Verarbeitungstemperatur, Kunststoffart oder Durchsatz entsprechend ausgewählt werden. Dem Fachmann steht eine Vielzahl von Extrudern zur Verfügung, z.B.: Einschnecken-Extruder, Entgasungs-Extruder, Kaskaden- oder Tandem-Extruder, Schnellläufer-Extruder, Planetwalzen-Extruder, Doppelschnecken-Extruder, Kolben-Extruder oder Ram-Extruder.

Der nachgeschaltete Vakuumtankkalibrator wird als Temperstrecke (Wasservollbad und/oder Gebläseluft) eingesetzt.

In Figur 1 ist die erfindungsgemäße Vorrichtung dargestellt, mit der Rohr und Stab extrudiert werden.

Die Schmelze wird durch den Spalt zu einem Rohr extrudiert. Mit der innenliegenden Düse, wird die Schmelze zu einem Stab geformt, der nach Eintritt in den Vakuumtankkalibrator nach ca. 20 cm das extrudierte Rohr füllt. Das Kunststoffrohr, sowie zeitverzögert der extrudierte Vollstab werden im Vakuumtankkalibrator so temperiert, dass eine ausreichend Formstabilität erreicht wird. Anschließend wird der erfindungsgemäße Stab langsam abgekühlt. Er kann mit herkömmlichen Verarbeitungsmethoden weiterverarbeitet werden.

Es können klare farblose oder eingefärbte Stäbe hergestellt werden. Ebenso können Rundstäbe hergestellt werden, deren Kunststoffmasse 1 eingefärbt ist, während die

Kunststoffmasse 2 nicht oder andersfarbig eingefärbt wird, bzw. die Kunststoffmasse 1 nicht eingefärbt wird, während die Kunststoffmasse 2 eingefärbt wird.

Die erfindungsgemäß hergestellten Stäbe werden im Messe- und Ladenbau (z.B. als dekorative Elemente), im Bau (z.B. Treppengeländer oder Treppenstützen), in der Leuchtenindustrie (z.B. als Leuchtobjekt), in der Möbelindustrie (z.B. Tisch- oder Stuhlbeine) oder in der Werbetechnik verwendet.

Die im Folgenden gegebenen Beispiele werden zur besseren Veranschaulichung der vorliegenden Erfindung gegeben, sind jedoch nicht dazu geeignet, die Erfindung auf die hierin offenbarten Merkmale zu beschränken.

Beispiele

Beispiel 1

In einem Einschnecken-Extruder wird nicht eingefärbtes Polymethylmethacrylat-Granulat geschmolzen. Über die erfindungsgemäße Vorrichtung wird ein Rohr mit einem Durchmesser von 50 mm extrudiert. Nach Eintritt in einen Vakuumtankkalibrator wird nach 20 cm das frisch extrudierte Rohr parallel mit der Kunststoffmasse des Stabes gefüllt. Der Stab wird langsam abgekühlt. Es werden daraus zylindrische Probekörper mit 180 mm Länge zugeschnitten. Die zur Zylinderachse senkrecht stehenden Stirnflächen werden auf einem Polierband per Hand poliert.

Probe E1

Vergleichsbeispiel 1

Aus Vierkantstäben aus nicht eingefärbtem Polymethylmethacrylat werden 2 zylindrische Probekörper mit 180 mm Länge hergestellt. Es wird ein zylindrischer Probekörper mit 60 mm Durchmesser (V1) und ein Probekörper mit 80 mm Durchmesser (V2) hergestellt. Die zur Zylinderachse senkrecht stehenden Stirnflächen werden wie in Beispiel 1 beschrieben poliert.

Proben V1 und V2

Beispiel 3

Ein Transmissionsspektrum im Wellenbereich 380 nm bis 780 nm wird nach DIN 5036 mit Integrationskugel gemessen. Die Messungen werden jeweils in beiden Durchstrahlrichtungen durchgeführt. Es werden Mittelwerte aus 4 Spektren, je 2 in beiden Durchstrahlrichtungen, angegeben. Die Schwankungsbreite innerhalb der 4 Messungen betrug +/- 0,3%.

Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Probe	$\tau_{D65} [\%]$
E1	86,3
V1	83,3
V2	84,2

Tabelle 1: Lichttransmissionsgrade für Normlicht D65

Beispiel 4

Die Proben werden entlang der Zylinderachse von einem HeNe-Laser durchstrahlt. Senkrecht dazu wird eine Fotoaufnahme gemacht.

Je inhomogener das Material ist, z.B. durch Verunreinigungen oder Dichtefluktuationen, desto heller leuchtet es in dieser Anordnung, im Sinne von Lichtstreuung.

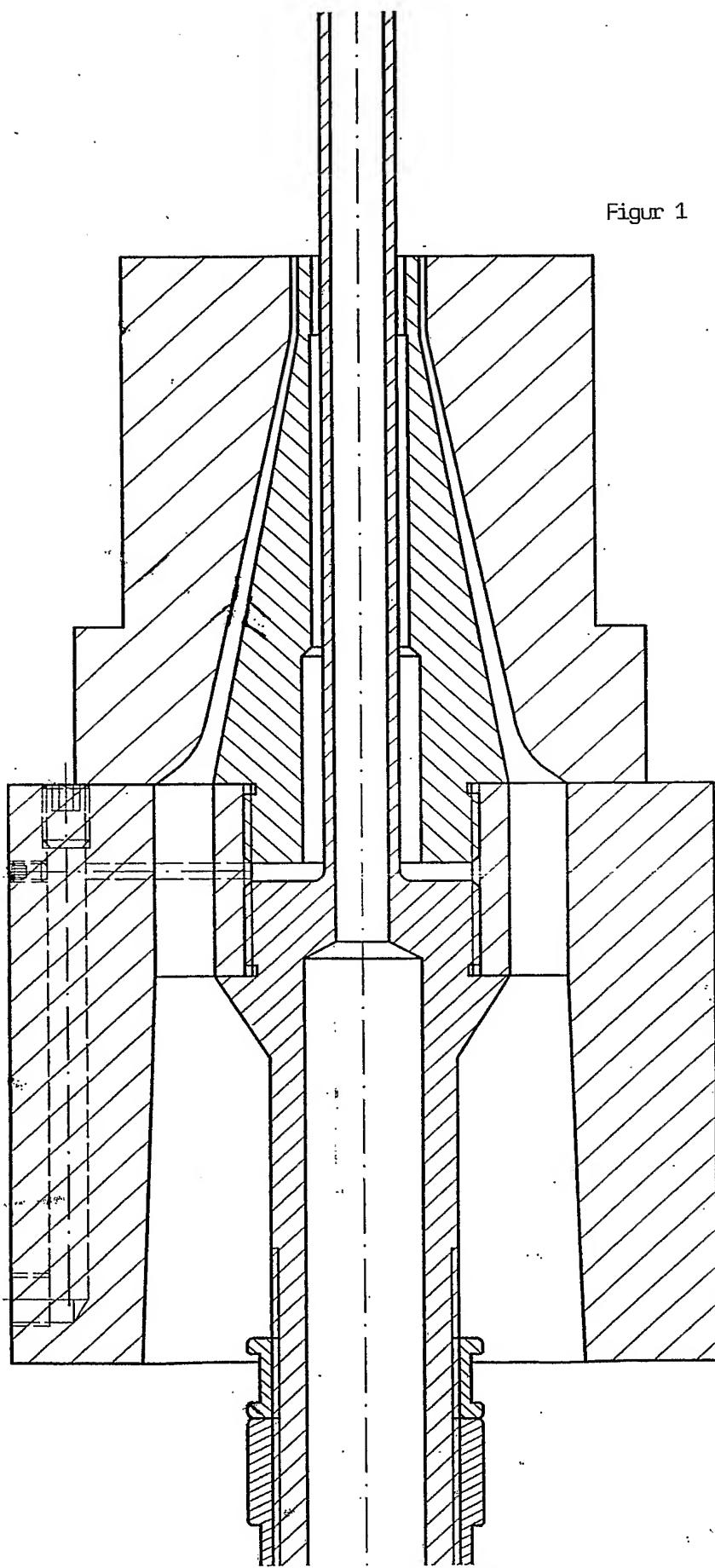
Die Probe E1 zeigt die geringste Lichtstreuung.

Zusätzlich wurde die Rundheit des erfindungsgemäß hergestellten Rundstabes (Probe E1) untersucht. Dazu wird der Durchmesser an 5 verschiedenen Punkten des Querschnittes gemessen. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Messung Nr.	1	2	3	4	5
Durchmesser [mm]	50,60	50,30	50,00	49,70	49,40

Tabelle 2: Rundheit eines Rundstabes mit einem Soll-Durchmesser von 50 mm

Figur 1



Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Stäben aus transparenten Kunststoffen durch Extrusion einer Kunststoffformmasse, dadurch gekennzeichnet, dass man eine extrudierte Kunststoffformmasse auftrennt und aus der Kunststoffformmasse 1 ein Kunststoffrohr extrudiert und nach Eintritt in einen Vakuumtankkalibrator nach ca.20 cm das frisch extrudierte Rohr parallel mit der zuvor abgetrennten geschmolzenen Kunststoffformmasse 2 füllt und den neu gebildeten Kunststoffformkörper wie bei der üblichen Rohrextrusion weiter verarbeitet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kunststoffrohr, hergestellt mit der Kunststoffformmasse 1, mittels Stützluft und Unterdruck während der Kalibrierung, die Aufnahme der Kunststoffformmasse 2 ermöglicht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass Kunststoffstäbe aus nicht eingefärbtem Polymethylmethacrylat mit einem Transmissionsgrad von mindestens τ_{D65} 85% hergestellt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 – 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffmasse eingefärbt ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass Kunststoffmasse 1 verschieden zu Kunststoffmasse 2 eingefärbt ist.
6. Rundstab, hergestellt nach einem Verfahren gemäß der Ansprüche 1-5.
7. Vorrichtung zur Herstellung von Rundstäben, dadurch gekennzeichnet, dass ein extrudierter Rundstab kleineren Durchmessers in einem innenliegenden Extrusionswerkzeug parallel mit einem extrudierten Rohr größeren Durchmessers mit einem außenliegenden Extrusionswerkzeug berührungslos nach dem Verlassen des Extruders in einem Kalibrator eingeführt werden und dort nach ca. 20 cm miteinander verschmelzen.
8. Vorrichtung zur Herstellung von Rundstäben gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohr vor der Verschmelzung mit dem Rundstab formstabilisierend abgekühlt wird.
9. Verwendung von Rundstäben im Messe- und Ladenbau, im Bau, in der Leuchtenindustrie, in der Möbelindustrie und in der Werbetechnik.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Extrusion von Rundstäben aus transparenten Kunststoffen wie beispielsweise Polymethylmethacrylat (PMMA), Polycarbonat (PC) oder (PET) Polyethylen und eine Vorrichtung zur Herstellung der Rundstäbe.